

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09232609 A

(43) Date of publication of application: 05 . 09 . 97

(51) Int. Cl.

H01L 31/04
H01L 31/042

(21) Application number: 08036396

(22) Date of filing: 23 . 02 . 96

(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(72) Inventor: YAMADA TAKESHI
MORI HIDEFUMI

(54) SOLAR BATTERY MODULE

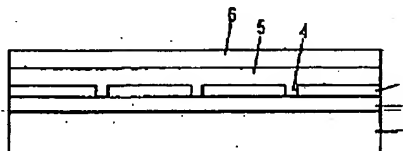
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decrease the lattice defect density of the III-V compound semiconductor film on an amorphous film by a method wherein an amorphous film is formed on the III-V compound semiconductor film formed in a heterogeneous substrate, a window is perforated, a III-VB compound semiconductor film is formed on the amorphous film using the window as a nucleus, and a solar battery is arranged therein.

SOLUTION: The III-V compound semiconductor film 2 formed on a heterogeneous substrate is composed of a III-V compound semiconductor film, having the lattice constant approximate to that of GaAs, formed on the substrate 1. An amorphous film 3 is formed by oxidizing the III-V compound semiconductor film. Windows 4 are formed by photolithography and etching. A III-V compound semiconductor film 5 can be formed by the growth method generating no polycrystalline in a dielectric film such as a MOCVD method and the like. As the lower layers of the III-V compound semiconductor film 2 and the III-V group semiconductor film 5 are separated by the amorphous film 3, only the lattice defect generated in the windows 4 affects on the III-V compound semiconductor film 5, defect density does not

affect the deterioration of efficiency of a solar battery 6, and lattice defect density can be lowered.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-232609

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 31/04
31/042

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 31/04

技術表示箇所

E
C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平8-36396

(22) 出願日

平成8年(1996)2月23日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 山田 武

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 森 英史

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中村 純之助

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

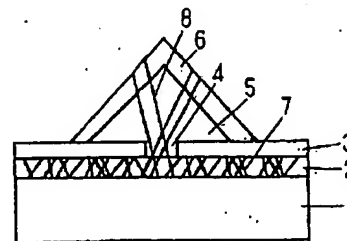
(57) 【要約】

(修正有)

【課題】異種基板上に成長したIII-V族半導体膜よりなる太陽電池に発生する欠陥の減少、および太陽光の表面反射を防止するのに好適な構造の太陽電池モジュールを提供する。

【解決手段】異種基板1上に形成されたIII-V族半導体層2と、III-V族半導体層上に形成され、一部を線状に除去した窓部分4を有する非晶質層3と、非晶質層の窓部分の露出したIII-V族半導体層を核として、非晶質層上に成長されたIII-V族半導体層5と、III-V族半導体層上に、p-n接合もしくはp-i-n接合よりなる太陽電池6を少なくとも配設した太陽電池モジュールとする。

図 3



1…基板

2…異種基板上に成長したIII-V族半導体膜

3…非晶質膜

4…窓

5…III-V族半導体膜

6…太陽電池 (p-nまたはp-i-n接合)

7…格子欠陥

8…成長により伝搬した格子欠陥

【特許請求の範囲】

【請求項1】異種基板上に形成されたIII-V族半導体層と、該III-V族半導体層上に形成され、一部を線状に除去した窓部分を有する非晶質層と、該非晶質層の窓部分の露出したIII-V族半導体層を核として、上記非晶質層上に成長されたIII-V族半導体層と、該III-V族半導体層上に、p-n接合もしくはp-i-n接合よりなる太陽電池を少なくとも配設して成ることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項2】請求項1において、非晶質層上に成長されたIII-V族半導体層の少なくとも一部が三角形または台形、もしくは多角形の断面を有することを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項3】請求項1において、非晶質層は電荷の通過を妨げない材質もしくは厚みからなることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項4】請求項1において、非晶質層上に形成されたIII-V族半導体層の不純物ドーピング濃度は $5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以上であることを特徴とする太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は異種基板上に積層されたIII-V族半導体膜により構成される太陽光から電気への変換効率の高い太陽電池モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エネルギー需要の増加と石油や石炭などの化石エネルギーの埋蔵量の減少により、従来十分に活用されていなかった太陽光エネルギーを有効に利用する太陽電池の重要性が増している。中でも太陽光から電気への変換効率の高いIII-V族半導体を用いた太陽電池は重要である。しかし、III-V族半導体よりなる太陽電池では、基板が高価で、重く、かつ割れ易いことから、例えば、1989年電子情報通信学会秋季全国大会C-103に提案されているごとく、安価で軽量で、強度の高いシリコン基板上に、III-V族半導体膜を成長させ、p-n接合構造を形成して太陽電池を構成する技術が開発されている。また、太陽電池の表面では、入射した太陽光の一部が反射され、電気を発生するp-n接合部に到達せず、太陽光から電気への変換効率を減少する問題が生じ、このため、表面に反射防止膜を形成したり、または表面に反射を防止する凹凸を形成するなどして、太陽光の入射効率を上げていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したごとく、従来のシリコン基板上に形成したIII-V族半導体膜よりなる太陽電池構造では、例えば、シリコン基板の格子定数とGaAs半導体膜の格子定数が4%も異なることから、III-V族半導体膜にクラックが生じたり、また膜中に格子欠陥が多数発生し、発生したエレクトロンとホール（正

孔）対の再結合が上記格子欠陥部において起こり、太陽光から電気への変換効率を低下させる原因となっていた。上記格子定数の差に由来する格子欠陥は、異種基板上に成長したIII-V族半導体膜の厚さを大きくすることにより減少させることはできるが、その場合、大きな応力が膜にかかり、上記III-V族半導体膜にクラックが生じるという問題があった。また、上記表面に凹凸を形成する場合は、フォトリソプロセスによりIII-V族半導体上にマスクを形成した後、酸を用いてエッチングすることにより凹凸を形成することは可能である。しかし、エッチングする場合、基板の中心部と周囲ではエッチング速度が異なるため、基板全面にわたり均一な凹凸を形成することは極めて困難であり、凹凸の形状が基板内でも、また基板間においても異なるという問題があった。また、上記格子欠陥が多数存在する場合は、格子欠陥の密度によってエッチング速度が異なり、均一なエッチングをすることができない。さらに、エッチングによりIII-V族半導体膜の表面が劣化し、効率の高い太陽電池が得られないという問題があった。

【0004】本発明の目的は、上記従来技術の問題点である異種基板上に成長したIII-V族半導体膜よりなる太陽電池に発生する欠陥の減少、および太陽光の表面反射を抑制するのに好適な構造の太陽電池モジュールを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記本発明の目的を達成するために、本発明は特許請求の範囲に記載のような構成とするものである。すなわち、本発明は請求項1に記載のように、異種基板上に形成されたIII-V族半導体層と、該III-V族半導体層上に形成され、一部を線状に除去した窓部分を有する非晶質層と、該非晶質層の窓部分の露出したIII-V族半導体層を核として、上記非晶質層上に成長されたIII-V族半導体層と、該III-V族半導体層上に、p-n接合もしくはp-i-n接合よりなる太陽電池を少なくとも配設した構造の太陽電池モジュールとするものである。また、本発明は請求項2に記載のように、請求項1において、非晶質層上に成長されたIII-V族半導体層の少なくとも一部が三角形または台形、もしくは多角形の断面を有する構造の太陽電池モジュールとするものである。また、本発明は請求項3に記載のように、請求項1において、非晶質層は電荷の通過を妨げない材質もしくは厚みからなる構造の太陽電池モジュールとするものである。また、本発明は請求項4に記載のように、請求項1において、非晶質層上に形成されたIII-V族半導体層の不純物ドーピング濃度は $5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以上とした太陽電池モジュールとするものである。

【0006】次に、本発明の構造を有する太陽電池の作用および効果について説明する。図3は、本発明の太陽電池モジュール（図2参照）の一例を示す要部拡大図である。1は基板、2は異種基板上に成長したIII-V族半

導体膜、3は非晶質膜、4は非晶質膜に開けた窓、5は非晶質膜上のIII-V族半導体膜、6はp-nもしくはp-i-n接合による太陽電池、7は格子欠陥、8は非晶質膜上のIII-V族半導体膜中に成長により伝搬した格子欠陥を示す。本発明は請求項1に記載のように、異種基板上に成長したIII-V族半導体膜上に、非晶質膜3を形成し、該非晶質膜3に、窓4を開けて、下層の異種基板上に成長したIII-V族半導体膜2を露出させ、この窓4の部分の核として、III-V族半導体膜5を成長させることにより、非晶質膜上にもIII-V族半導体膜を成長することが可能となり、かつ非晶質膜3により下層のIII-V族半導体膜2とは隔離されているため、窓4内に発生した格子欠陥のみが非晶質膜3上のIII-V族半導体膜5に影響を及ぼし、非晶質膜3上のIII-V族半導体膜5における格子欠陥の密度は、太陽電池6の性能劣化に影響を及ぼす格子欠陥密度以下に低減することができる。また、本発明は請求項2に記載のように、窓4の部分からIII-V族半導体膜5を成長する際に、成長条件を選択することにより、成長表面を平坦、または三角形や台形もしくはその複合した多角形状とすることが可能であり、このような凹凸が太陽電池の表面に形成されている場合は、表面での太陽光の反射率が減少し、太陽光の入射量を増加させることができ、太陽電池の効率を向上できる効果がある。また、本発明は請求項3に記載のように、非晶質膜3を十分に薄い誘電体膜もしくは導電性の非晶質膜とすることにより、III-V族半導体膜5の隔離には有効で電気的には抵抗が小さい、すなわち太陽電池により発生した電荷が通り抜けることが可能な膜とすることにより、電荷の通る道筋が窓4のみならず、非晶質膜3の膜面全体となり、非晶質膜3の内部抵抗による損失を低減することができるので太陽電池の特性を向上する効果がある。また、本発明は請求項4に記載のように、非晶質膜3の窓4から成長するIII-V族半導体膜5のドーピング濃度を上げることにより、窓4を通り抜ける電荷が格子欠陥部で再結合するのを防止でき、太陽電池の効率を向上し得る効果がある。

【0007】

【発明の実施の形態】図1および図2は、本発明による太陽電池モジュールの断面構造を示す模式図である。1は基板、2は異種基板上に成長したIII-V族半導体膜、3は非晶質膜、4は非晶質膜に開けた窓、5は非晶質膜上のIII-V族半導体膜、6はp-nもしくはp-i-n接合による太陽電池である。基板1は、シリコン基板またはゲルマニウム基板を用いることができる。異種基板上に成長したIII-V族半導体膜2は、上記基板1の上に、GaAsやInPまたはGaAsやInPに近い格子定数のIII-V族半導体膜や、それらの複合膜で構成されている。非晶質膜3は、 SiO_2 や SiN_x をスパッタやCVD（化学気相反応法）で十分に薄く積層しても良いし、またIII-V族半導体膜を酸化しても良い。また TiO_2 などの導

電性の非晶質膜であっても良い。窓4は、フォトリソグラフィとエッチングにより容易に形成でき、例えば、3 μm 幅で20 μm ピッチの大きさである。窓幅を小さくして、窓のピッチを大きくすることにより、III-V族半導体膜5中の格子欠陥密度を小さくすることができるが、基板全面にIII-V族半導体膜5を形成することは高効率化の点で望ましいので、窓のピッチを大きくしすぎることは適切ではない。非晶質膜上のIII-V族半導体膜5は、MOCVD（有機金属化学気相成長法）や、CBE（Chemical beam epitaxy）や、水素ビームアシストMBE（分子線エピタキシー）、やLPE（液相成長法）等、誘電体膜上にポリクリスタルが発生しない成長法により成膜できる。また、その成膜の際に、各々の成長法の中で成長条件を選ぶことにより、図1に示す平滑な表面の膜とすることもできるし、また、図2に示す三角形の断面形状とすることも可能であり、または、これらの複合形状、例えば台形や三角形の底部が連続した多角形状とすることもできる。非晶質膜3の窓4の近傍のIII-V族半導体膜5には、III-V族半導体膜2に存在する高密度の転位が伝搬してくるので、非晶質膜3上に比べ転位密度が高い。したがって、光吸収層としては好ましくなく、窓4より遠く転位密度の低い層に光吸収層を設ける。そのため、電気抵抗を低くし、電荷の通過を容易にするためにドーピング濃度を高くすることが望ましい。太陽電池6は、p-n構造でも良いし、またp-i-n構造であっても良く、光吸収層にMQW（多重量子井戸構造）等を用いても良い。また、p、nは、p、nの順であってもn、pの順であっても良い。また、基板1を太陽電池構造とすることにより、太陽電池6で吸収されない波長の光を、太陽電池構造とした基板1で吸収し、さらなる効率の向上に寄与することも可能である。

【0008】

【発明の効果】本発明は請求項1に記載のように、異種基板上に成長したIII-V族半導体膜上に、非晶質膜を形成し、該非晶質膜に、窓を開けて、下層の異種基板上に成長したIII-V族半導体膜を露出させ、この窓の部分の核として、III-V族半導体膜を成長させることにより、非晶質膜上にもIII-V族半導体膜を成長することが可能となり、かつ非晶質膜により下層のIII-V族半導体膜とは隔離されているため、窓内に発生した格子欠陥のみが非晶質膜上のIII-V族半導体膜に影響を及ぼし、非晶質膜上のIII-V族半導体膜における格子欠陥の密度は、太陽電池の性能劣化に影響を及ぼす格子欠陥密度以下に減少させることができる効果がある。また、本発明は請求項2に記載のように、窓の部分からIII-V族半導体膜を成長する際に、成長条件を選択することにより、成長表面を平坦、または三角形や台形もしくはその複合した多角形状とすることが可能であり、このような凹凸が太陽電池の表面に形成されている場合は表面での太陽光の反射率が減少し、太陽光の入射量を増加させることがで

き、太陽電池の効率を向上できる効果がある。また、本発明は請求項に記載のように、非晶質膜を十分に薄い誘電体膜もしくは導電性の非晶質膜とすることにより、II-III-V族半導体膜の隔離には有効で、電気的には抵抗が小さい、すなわち太陽電池により発生した電荷が通り抜けることが可能な膜とすることにより、電荷の通る道筋が窓のみならず、非晶質膜の膜面全体となり、非晶質膜の内部抵抗による損失を減少させることができるので太陽電池の特性を向上できる効果がある。また、本発明は請求項に記載のように、非晶質膜の窓から成長するIII-V族半導体膜のドーピング濃度を上げることにより、窓を通り抜ける電荷が格子欠陥で再結合するのを防止することができ、太陽電池の効率を向上できる効果がある。本発明の太陽電池モジュールは、薄膜の成長のみで安価で軽量の基板上に効率を低下させることなく太陽電池を構成することができ、かつ太陽電池の表面形状を、III-V族半導体膜の成長と同時に、光吸収効率の良い形状に形

成することができ、光電変換効率の高い太陽電池を容易に作製することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態で例示した太陽電池モジュールの断面構造を示す模式図。

【図2】本発明の実施の形態で例示した他の太陽電池モジュールの断面構造を示す模式図。

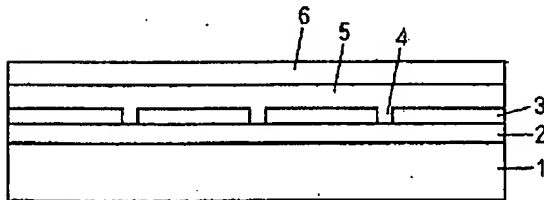
【図3】図2に示す窓部の拡大図。

【符号の説明】

- 1…基板
- 2…異種基板上に成長したIII-V族半導体膜
- 3…非晶質膜
- 4…窓
- 5…III-V族半導体膜
- 6…太陽電池（p-nまたはp-i-n接合）
- 7…格子欠陥
- 8…成長により伝搬した格子欠陥

【図1】

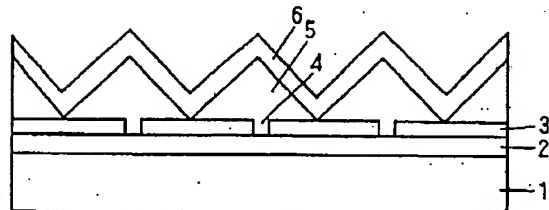
図 1



- 1…基板
- 2…異種基板上に成長したIII-V族半導体膜
- 3…非晶質膜
- 4…窓
- 5…III-V族半導体膜
- 6…太陽電池（p-nまたはp-i-n接合）

【図2】

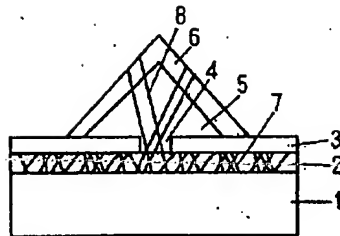
図 2



- 1…基板
- 2…異種基板上に成長したIII-V族半導体膜
- 3…非晶質膜
- 4…窓
- 5…III-V族半導体膜
- 6…太陽電池（p-nまたはp-i-n接合）

【図3】

図3



- 1…基板
- 2…異種基板上に成膜したIII-V族半導体膜
- 3…非晶質膜
- 4…窓
- 5…III-V族半導体膜
- 6…太陽電池（p-nまたはp-i-n接合）
- 7…格子欠陥
- 8…成膜により伝搬した格子欠陥